



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 100 53 607 A 1**

(51) Int. Cl. 7:

**B 60 T 17/22**

B 60 T 8/32

G 01 L 5/28

G 01 L 5/20

(21) Aktenzeichen: 100 53 607.7

(22) Anmeldetag: 28. 10. 2000

(43) Offenlegungstag: 2. 5. 2002

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

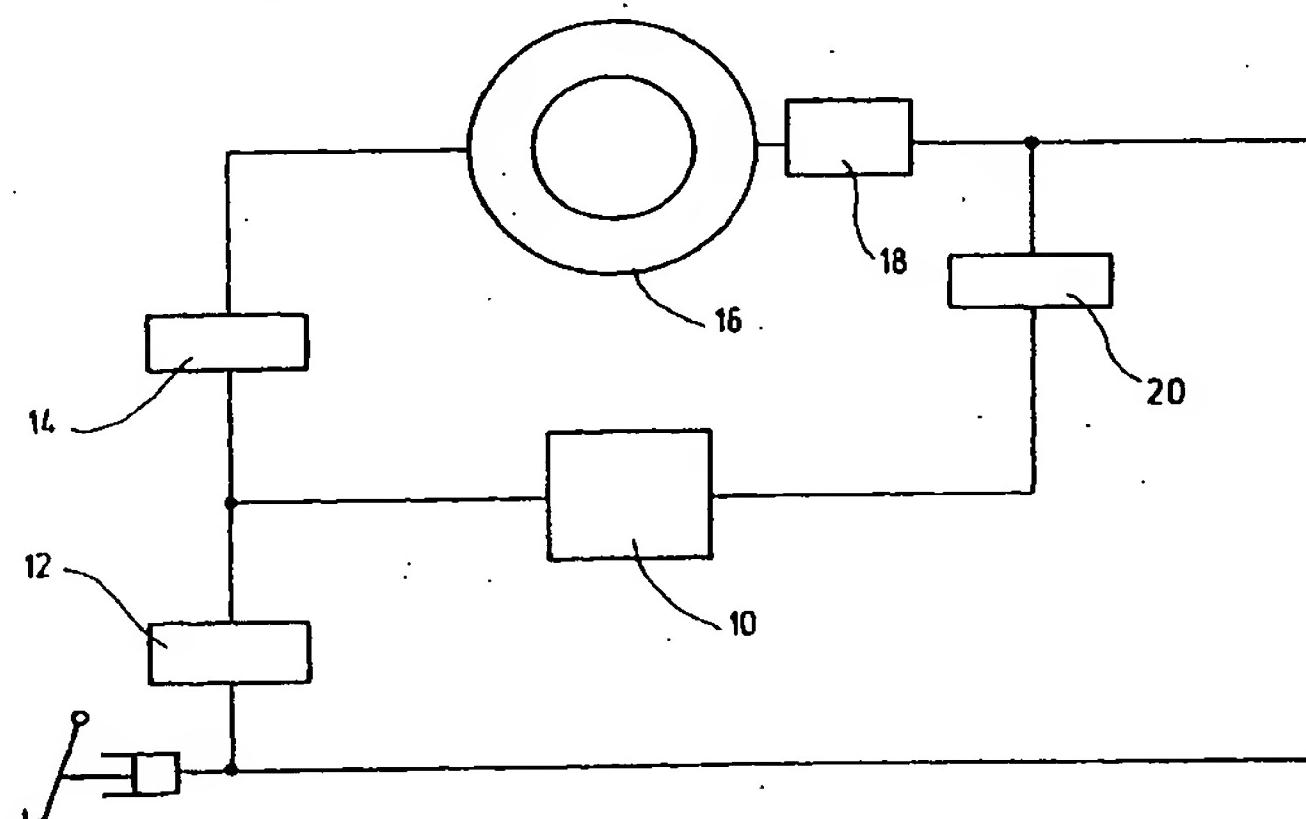
(72) Erfinder:

Hessmert, Ulrich, 71701 Schwieberdingen, DE;  
Brachert, Jost, 71254 Ditzingen, DE; Sauter,  
Thomas, 71686 Remseck, DE; Wandel, Helmut,  
71706 Markgröningen, DE; Polzin, Norbert, 74374  
Zaberfeld, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Anordnung und Verfahren zum Bestimmen der Temperatur von Ventilen

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Bestimmen der Temperatur von Ventilen (12, 14) im Bremskreis eines Fahrzeugs, wobei Mittel zum Messen einer Radlängskraft vorgesehen sind, Mittel zum Bestimmen eines Radbremsdruckes unter Verwendung der gemessenen Radlängskraft vorgesehen sind, Mittel zum Bestimmen eines Druckabfalls über einem Ventil (12, 14) unter Verwendung des Radbremsdruckes vorgesehen sind, Mittel zum Bestimmen eines Ventilspulenstroms unter Verwendung des Druckabfalls vorgesehen sind, Mittel zum Bestimmen des Widerstands der Ventilspule aus dem Ventilspulenstrom und einer angelegten Ventilspulenspannung vorgesehen sind und Mittel zum Bestimmen der Ventilspulentemperatur unter Verwendung der Temperaturabhängigkeit des Ventilspulenwiderstands vorgesehen sind. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Bestimmen der Temperatur von Ventilen im Bremskreis eines Fahrzeugs.



DE 100 53 607 A 1

**BEST AVAILABLE COPY**

DE 100 53 607 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Bestimmen der Temperatur von Ventilen im Bremskreis eines Fahrzeugs. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Bestimmen der Temperatur von Ventilen im Bremskreis eines Fahrzeugs.

## Stand der Technik

[0002] Zur Erhöhung der Fahrsicherheit von Kraftfahrzeugen werden immer häufiger geregelte Systeme eingesetzt. Derartige geregelte Systeme sind beispielsweise das Antiblockiersystem (ABS), die Antischlupfregelung (ASR) und das elektronische Stabilitätsprogramm (ESP). Diese Systeme beeinflussen den Bremskreislauf von Kraftfahrzeugen über die Ansteuerung von Ventilen.

[0003] In zunehmendem Maß werden für die Hydroaggregate, in denen die genannten Systeme installiert sind, Ventile eingesetzt, die linear betrieben werden können. Bei den linearisierten Magnetventilen (LMV) hängt der linear einstellbare Druckabfall über dem Ventil mit einer bestimmten und im Wesentlichen bekannten Funktion vom Ventilspulenstrom ab. Durch eine geeignete Einstellung des Spulenstroms können daher die Druckabfälle über den Ventilen in der gewünschten Weise eingestellt werden.

[0004] Bei der  $\Delta p$ -Regelung oder CPC-Regelung ("Continuous Pressure Control") wird beispielsweise der Radbremsdruck durch die Einstellung eines Druckabfalls an einem Ventil eingestellt. Zum Beispiel kann der Radbremsdruck bei vollständig geöffnetem Einlassventil (EV) des Radbremszylinders durch Einstellung des Druckabfalls über ein Umschaltventil (USV) des Bremskreislaufs eingestellt werden. Ebenso ist es möglich, den Radbremsdruck durch Einstellung des Druckabfalls über dem Einlassventil des Radbremszylinders zu beeinflussen und im Zusammenhang mit dem Druckabfall über dem Umschaltventil einzustellen.

[0005] Problematisch an der Einstellung eines Druckabfalls über einem Ventil unter Verwendung des Zusammenhangs zwischen Druckabfall und Ventilspulenstrom ist allerdings, dass der Widerstand der Ventilspule stark von der Spulentemperatur abhängt. Damit sind bei Einstellung einer bestimmten Ventilspulenspannung auch der Ventilspulenstrom und mithin der Druckabfall stark temperaturabhängig.

[0006] Diesem Problem kann man beispielsweise durch die Verwendung stromgeregelter Endstufen für die Ventilsteuerung begegnen. Ebenfalls ist es möglich, eine Temperaturmessung an den Ventilspulen oder am Hydroaggregat unter Verwendung eines Spulentemperaturmodells vorzunehmen. Es wurde auch bereits vorgeschlagen eine Außentemperaturmessung unter Verwendung eines Temperaturmodells für das Hydroaggregat zur Temperaturbestimmung der Spulen zu verwenden. Allerdings sind diese Lösungen aufwendig und beispielsweise aufgrund der Verwendung stromgeregelter Endstufen kostenintensiv.

## Vorteile der Erfindung

[0007] Die Erfindung baut auf der gattungsgemäßen Anordnung dadurch auf, dass Mittel zum Messen einer Radlängskraft vorgesehen sind, dass Mittel zum Bestimmen eines Radbremsdruckes unter Verwendung der gemessenen Radlängskraft vorgesehen sind, dass Mittel zum Bestimmen eines Druckabfalls über einem Ventil unter Verwendung des Radbremsdruckes vorgesehen sind, dass Mittel zum Bestimmen eines Ventilspulenstroms unter Verwendung des Druckabfalls vorgesehen sind, dass Mittel zum Bestimmen eines Widerstands der Ventilspule aus dem Ventilspulenstrom und

einer angelegten Ventilspulenspannung vorgesehen sind und dass Mittel zum Bestimmen der Ventilspulentemperatur unter Verwendung der Temperaturabhängigkeit des Ventilspulenwiderstandes vorgesehen sind. Die Messung der Radlängskraft ist in einfacher Weise durch bekannte Sensoren möglich. Es steht somit eine Messgröße zur Verfügung, aus welcher die Spulentemperatur berechnet werden kann. Insgesamt liegt so eine kostengünstigere Lösung vor.

[0008] Vorzugsweise ist das Ventil ein Umschaltventil. 10 Die Bestimmung der Spulentemperatur des Umschaltventils ist dann besonders nützlich, wenn das Umschaltventil zur Einstellung des Radbremsdruckes verwendet wird. Bei dem Rad mit dem höheren Radbremsdruck im Bremskreis kann bei CPC-Regelung der Radbremsdruck allein durch Einstellung des Umschaltventils bestimmt werden. Da der Zusammenhang zwischen Druckabfall über dem Umschaltventil und dem elektrischen Umschaltventilspulenstrom bekannt ist, kann aus der Radlängskraft der Ventilspulenstrom berechnet werden. Aus dem Ventilspulenstrom und der eingesetzten Ventilspulenspannung kann über das Ohmsche Gesetz der Spulenwiderstand und hieraus mit Hilfe der bekannten Temperaturabhängigkeit von Kupferdraht die USV-Spulentemperatur berechnet werden.

[0009] Es kann aber auch nützlich sein, wenn das Ventil ein Einlassventil ist. Das Einlassventil wird zur Einstellung des Radbremsdruckes bei dem Rad mit dem niedrigeren Druck im Bremskreis verwendet. Bei diesem Rad ist der Radbremsdruck gleich dem um den Druckabfall über dem Einlassventil verminderter Druckabfall über dem Umschaltventil.

[0010] Vorzugsweise sind Mittel zum Bestimmen des Zusammenhangs zwischen Ventilspulenspannung und Radbremsdruck aus der Ventilspulentemperatur vorgesehen. Letztlich kann so ein genauer Zusammenhang zwischen der Ventilspulenspannung und der Radlängskraft hergestellt werden, was der Genauigkeit der Regelung zugute kommt.

[0011] Ebenfalls kann es vorteilhaft sein, dass Mittel zum Bestimmen der Hydroaggregattemperatur aus der Ventilspulentemperatur über ein Temperaturmodell unter Verwendung weiterer Parameter vorgesehen sind. Die Temperatur des Hydroaggregats kann für zahlreiche Fragen im Zusammenhang mit der Beeinflussung des Bremskreislaufes interessant sein, beispielsweise im Hinblick auf die erlaubten Temperaturgrenzwerte.

[0012] Besonders bevorzugt ist es, wenn Mittel zum Bestimmen der Hydroaggregattemperatur aus der Ventilspulentemperatur über ein Temperaturmodell unter Verwendung der Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit beteiligter Komponenten vorgesehen sind. Bei einem geeigneten Temperaturmodell ist es somit möglich, unter Verwendung der genannten Größen die Hydroaggregattemperatur zu bestimmen.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform sind Mittel zum Kompensieren der Viskosität der Bremsflüssigkeit in Abhängigkeit der Hydroaggregattemperatur unter Verwendung der ermittelten Hydroaggregattemperatur vorgesehen. Dies hat beispielsweise Vorteile im Hinblick auf die Geschwindigkeit des Druckaufbaus und zur Verbesserung des Reglerverhaltens.

[0014] Die Erfindung baut auf dem gattungsgemäßen Verfahren dadurch auf, dass eine Radlängskraft gemessen wird, dass ein Radbremsdruck unter Verwendung der gemessenen Radlängskraft bestimmt wird, dass ein Druckabfall über einem Ventil unter Verwendung des Radbremsdruckes bestimmt wird, dass ein Ventilspulenstrom unter Verwendung des Druckabfalls bestimmt wird, dass ein Widerstand der Ventilspule aus dem Ventilspulenstrom und einer angelegten Ventilspulenspannung bestimmt wird und dass die Ventil-

BEST AVAILABLE COPY

spulentemperatur unter Verwendung der Temperaturabhängigkeit des Ventilspulenwiderstandes bestimmt wird. Die Messung der Radlängskraft ist in einfacher Weise durch bekannte Sensoren möglich. Es steht somit eine Messgröße zur Verfügung, aus welcher die Spulentemperatur berechnet werden kann. Insgesamt liegt so eine kostengünstigere Lösung vor.

[0015] Bevorzugt ist das Ventil ein Umschaltventil. Die Bestimmung der Spulentemperatur des Umschaltventils ist dann besonders nützlich, wenn das Umschaltventil zur Einstellung des Radbremsdruckes verwendet wird.

[0016] Es kann auch vorteilhaft sein, wenn das Ventil ein Einlassventil ist. Das Einlassventil wird zur Einstellung des Radbremsdruckes bei dem Rad mit dem niedrigeren Druck im Bremskreis verwendet. Bei diesem Rad ist der Radbremsdruck gleich dem um den Druckabfall über dem Einlassventil verminderten Druckabfall über dem Umschaltventil.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform wird aus der Ventilspulentemperatur der Zusammenhang zwischen Ventilspulenspannung und Radbremsdruck bestimmt. Letztlich kann so ein genauer Zusammenhang zwischen der Ventilspulenspannung und der Radbremskraft hergestellt werden, was der Genauigkeit der Regelung zugute kommt.

[0018] Ebenfalls kann es nützlich sein, wenn aus der Ventilspulentemperatur über ein Temperaturmodell unter Verwendung weiterer Parameter die Hydroaggregattemperatur bestimmt wird. Die Temperatur des Hydroaggregats kann für zahlreiche Fragen im Zusammenhang mit der Beeinflussung des Bremskreislaufes interessant sein, beispielsweise im Hinblick auf die erlaubten Temperaturgrenzwerte.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn aus der Ventilspulentemperatur über ein Temperaturmodell unter Verwendung der Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit beteiligter Komponenten die Hydroaggregattemperatur bestimmt wird. Bei einem geeigneten Temperaturmodell ist es somit möglich, unter Verwendung der genannten Größen die Hydroaggregattemperatur zu bestimmen.

[0020] Vorzugsweise wird die Hydroaggregattemperatur verwendet, um die Viskosität der Bremsflüssigkeit in Abhängigkeit der Hydroaggregattemperatur zu kompensieren. Dies hat beispielsweise Vorteile im Hinblick auf die Geschwindigkeit des Druckaufbaus und zur Verbesserung des Reglerverhaltens.

[0021] Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass die Temperatur einer Ventilspule in einfacher Weise durch die Messung der Radlängskraft gemessen werden kann. Die Temperatur der Ventilspule und in einer bevorzugten Ausführungsform des gesamten Hydroaggregats lassen sich bestimmen und in vielfältiger Weise nutzen. Durch die Erfindung lassen sich Kosten sparen, da insbesondere keine stromgeregelten Ventilendstufen benötigt werden.

#### Zeichnung

[0022] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitende Zeichnung anhand einer bevorzugten Ausführungsform beispielhaft erläutert.

[0023] Dabei zeigt:

[0024] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Teils eines Bremskreislaufs.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0025] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils eines Bremskreislaufs. Eine Pumpe 10 steht über ein Umschaltventil 12 (USV) mit dem Hauptbremszylinder und

über ein Einlassventil 14 (EV) mit dem Bremszylinder eines Rades 16 in Verbindung. Der Kreislauf wird über ein Auslassventil 18 (AV) und ein Ansaugschaltventil 20 (ASV) geschlossen.

5 [0026] Bei einer  $\Delta p$ -Regelung (CPC; "Continous Pressure Control") wird der Radbremsdruck im Rad 16 mit dem höheren Radbremsdruck im Bremskreis durch den Druckabfall am Umschaltventil 12 eingestellt. Das Ansaugschaltventil 20 ist dabei während der ganzen Dauer der Regelung geöffnet.

10 Das Einlassventil 14 des Rades mit dem höheren Radbremsdruck im Bremskreis ist immer offen. Das Auslassventil 18 dieses Rades ist immer geschlossen.

[0027] Handelt es sich bei dem Rad 16 um das Rad mit dem niedrigeren Radbremsdruck des Bremskreises, so wird der Radbremsdruck mit dem linearen Druckabfall über dem Einlassventil 14 dieses Rades eingestellt. In diesem Fall ist der Radbremsdruck gleich der Differenz des Druckabfalls über dem Umschaltventil 12 und des Druckabfalls über dem Einlassventil 14.

15 [0028] Beide Ventile, sowohl Umschaltventil 12 als auch Einlassventil 14 werden somit für die Regelung des Radbremsdruckes verwendet. Insofern lässt sich die vorliegende Erfindung zur Temperaturbestimmung sowohl beim Umschaltventil 12 als auch beim Einlassventil 14 in vorteilhafter Weise nutzen.

[0029] Zunächst wird das Rad mit dem höheren Radbremsdruck betrachtet. Bei diesem ist der Radbremsdruck gleich dem Druckabfall über dem Umschaltventil 12. Da der Zusammenhang zwischen Druckabfall über dem Umschaltventil 12 und dem elektrischen Spulenstrom des Umschaltventils bekannt ist, kann aus der Radlängskraft bei  $\Delta p$ -Regelung der Ventilspulenstrom des Umschaltventils 12 berechnet werden. Aus dem Ventilspulenstrom des Umschaltventils 16 und der eingestellten Ventilspulenspannung kann mit dem Ohmschen Gesetz der Spulenwiderstand und damit mit Hilfe der bekannten Temperaturabhängigkeit von Kupferdraht die Spulentemperatur des Umschaltventils 12 berechnet werden.

20 [0030] Entsprechendes gilt für das Rad mit dem niedrigeren Radbremsdruck. Wiederum wird aus der Radlängskraft, welche mit einem Sensor gemessen wurde, auf den Radbremsdruck geschlossen. Der Radbremsdruck des Rades mit dem niedrigeren Radbremsdruck im Bremskreis wird bei  $\Delta p$ -Regelung mit dem Druckabfall über dem Einlassventil 14 geregelt. Der Radbremsdruck ist gleich dem Druckabfall über dem Umschaltventil 12 minus dem Druckabfall über dem Einlassventil 14. Aus dem Zusammenhang zwischen Radlängskraft, Druckabfall über dem Umschaltventil 12 und Druckabfall über dem Einlassventil 14 kann der Ventilspulenstrom des Einlassventils 14 berechnet werden. Aus dem Ventilspulenstrom des Einlassventils 14 und der eingestellten Ventilspulenspannung kann mit dem Ohmschen Gesetz der Spulenwiderstand und wiederum mit Hilfe der bekannten Temperaturabhängigkeit von Kupferdraht die Spulentemperatur des Einlassventils berechnet werden.

25 [0031] Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

30 [0032] Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zum Bestimmen der Temperatur von Ventilen (12, 14) im Bremskreis eines Fahrzeugs, dadurch gekennzeichnet,

**BEST AVAILABLE COPY**

dass Mittel zum Messen einer Radlängskraft vorgesehen sind,  
dass Mittel zum Bestimmen eines Radbremsdruckes unter Verwendung der gemessenen Radlängskraft vorgesehen sind,  
dass Mittel zum Bestimmen eines Druckabfalls über einem Ventil (12, 14) unter Verwendung des Radbremsdruckes vorgesehen sind,  
dass Mittel zum Bestimmen eines Ventilspulenstroms unter Verwendung des Druckabfalls vorgesehen sind,  
dass Mittel zum Bestimmen des Widerstands der Ventilspule aus dem Ventilspulenstrom und einer angelegten Ventilspulenspannung vorgesehen sind und  
dass Mittel zum Bestimmen der Ventilspulentemperatur unter Verwendung der Temperaturabhängigkeit des Ventilspulenwiderstandes vorgesehen sind.  
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil ein Umschaltventil (12) ist.  
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil ein Einlassventil (14) ist.  
4. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Bestimmen des Zusammenhangs zwischen Ventilspulenspannung und Radbremsdruck aus der Ventilspulentemperatur vorgesehen sind.  
5. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Bestimmen der Hydroaggregattemperatur aus der Ventilspulentemperatur über ein Temperaturmodell unter Verwendung weiterer Parameter vorgesehen sind.  
6. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Bestimmen der Hydroaggregattemperatur unter Verwendung der Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit beteiligter Komponenten vorgesehen sind.  
7. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Kom pensieren der Viskosität der Bremsflüssigkeit in Abhängigkeit der Hydroaggregattemperatur unter Verwendung der ermittelten Hydroaggregattemperatur vorgesehen sind.  
8. Verfahren zum Bestimmen der Temperatur von Ventilen (12, 14) im Bremskreis eines Fahrzeugs, dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Radlängskraft gemessen wird,  
dass ein Radbremsdruck unter Verwendung der gemessenen Radlängskraft bestimmt wird,  
dass ein Druckabfall über einem Ventil (12, 14) unter Verwendung des ermittelten Radbremsdruckes bestimmt wird,  
dass ein Ventilspulenstrom unter Verwendung des ermittelten Druckabfalls bestimmt wird,  
dass ein Widerstand der Ventilspule aus dem Ventilspulenstrom und einer angelegten Ventilspulenspannung bestimmt wird und  
dass die Ventilspulentemperatur unter Verwendung der Temperaturabhängigkeit des Ventilspulenwiderstandes bestimmt wird.  
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil ein Umschaltventil (12) ist.  
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil ein Einlassventil (14) ist.  
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Ventilspulentemperatur der Zusammenhang zwischen Ventilspulenspannung und Radbremsdruck bestimmt wird.  
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Ventilspulentemperatur

peratur über ein Temperaturmodell unter Verwendung weiterer Parameter die Hydroaggregattemperatur bestimmt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Ventilspulentemperatur über ein Temperaturmodell unter Verwendung der Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit beteiligter Komponenten die Hydroaggregattemperatur bestimmt wird.  
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydroaggregattemperatur verwendet, um die Viskosität der Bremsflüssigkeit in Abhängigkeit der Hydroaggregattemperatur zu kompensieren.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**BEST AVAILABLE COPY**

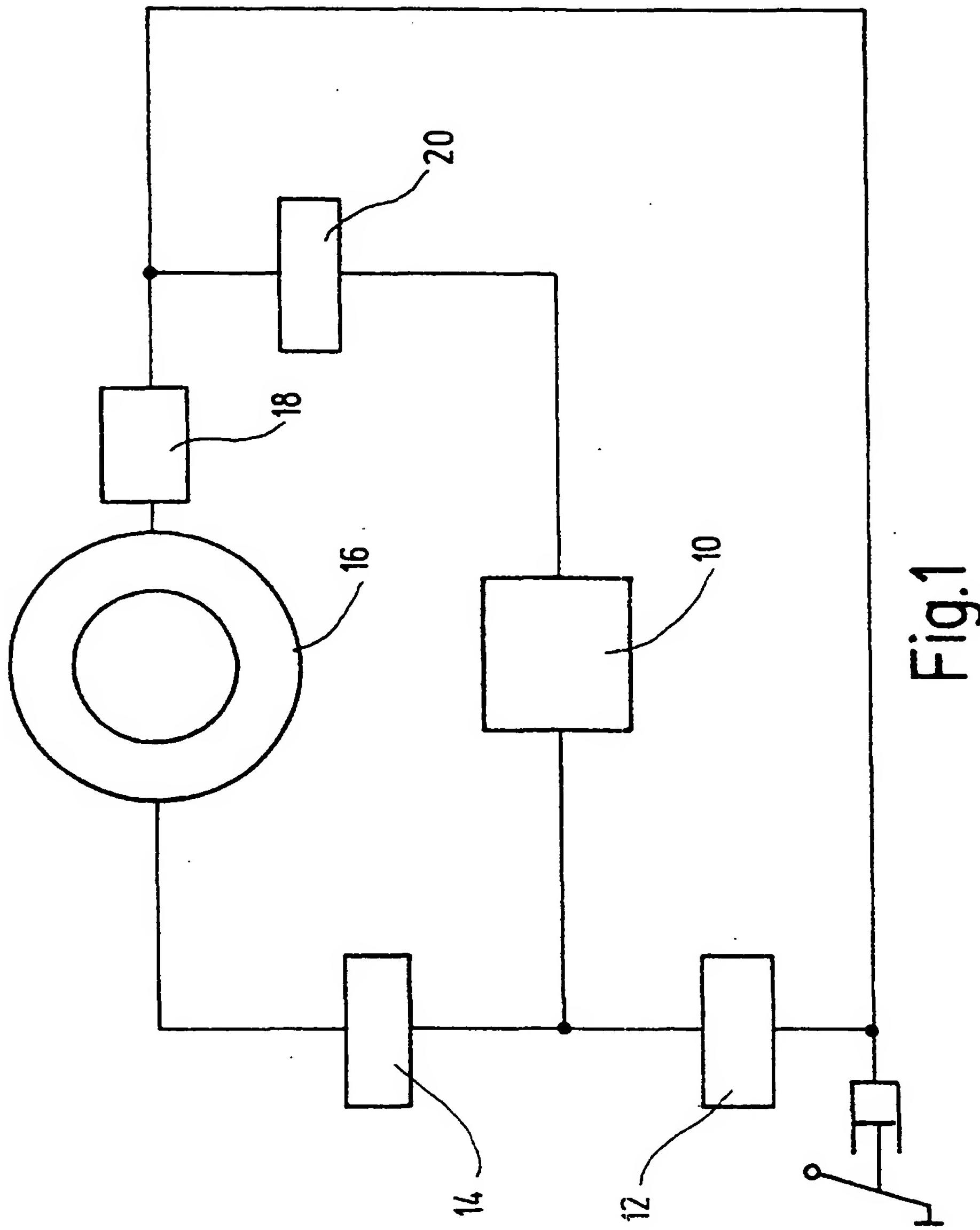


Fig.1